

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-162414

(P2000-162414A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 5/10		G 0 2 B 5/10	C
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
			5 1 7
			5 3 1 A
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-267312

(22) 出願日 平成11年9月21日 (1999.9.21)

(31) 優先権主張番号 特願平10-268581

(32) 優先日 平成10年9月22日 (1998.9.22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 瀧野 日出雄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 柴田 規夫

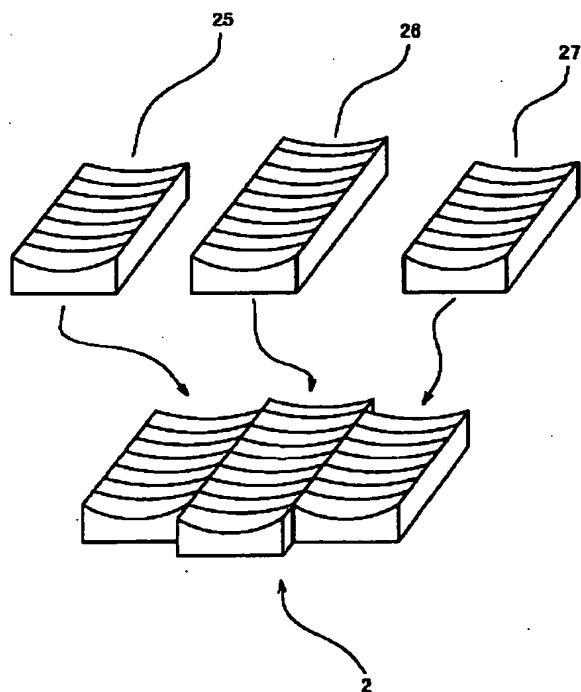
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 反射鏡の製造方法又は反射型照明装置又は半導体露光装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、設計通りの反射面形状を有する多光源形成反射鏡を歩留まり良く製造できる製造方法を提供することを第1の目的にし、更には、よりスループットの高い半導体露光装置を得ることを第2の目的としている。

【解決手段】 本発明では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、複数の基板を用意し、各基板に要素反射面を一例づつ加工して要素反射面列25、26、27を形成し、要素反射面列25、26、27が形成された基板同士を接合する工程を有することとした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、

複数の基板を用意し、各基板に前記要素反射面を一つづつ加工して要素反射面列を形成し、前記要素反射面列が形成された基板同士を接合する工程を有することを特徴とする多面反射鏡の製造方法。

【請求項2】 前記要素反射面が凹面形状を有し、かつ前記要素反射面列が形成された基板同士は、前記要素反射面列がなす方向に対して異なる方向に接合することを特徴とする請求項1記載の多面反射鏡の製造方法。

【請求項3】 所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射型照明装置であって、

前記要素反射面が一つづつ形成された複数の基板をそれぞれ接合したことで形成された反射型照明装置。

【請求項4】 光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、該マスクを照明する照明光学系、該マスク上のパターンをウェハ上に投影する投影光学系、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置であって、前記照明光学系の一部に請求項3記載の反射型照明装置を有し、前記要素反射面は前記投影光学系の光学視野と相似形であることを特徴とする半導体露光装置。

【請求項5】 請求項4記載の半導体露光装置であって、該反射型照明装置の各々の反射面は円弧形状であることを特徴とする半導体露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射鏡の製造方法及び半導体製造装置に関するものであり、特に、微小な要素反射面を所定の位置に複数個、配列することにより構成される反射鏡の製造方法、反射型照明装置、更にはその照明装置を用いた半導体露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、DRAMやMCP等の半導体デバイスの製造においては、最小線幅をより狭くする開発研究が盛んに行われており、デザインルール 0.13 μm (4G・DRAM相当)、0.1 μm (16G・DRAM相当)、更には0.07 μm (32G・DRAM相当)の実現に向けて種々の技術が開発されている。

【0003】 この最小線幅の問題と切っても切れない関係性を有するのが、露光時に生じる光の回折現象であり、これに起因する像や集光点のボケが必要な最小線幅を実現する時の最大の問題点である。この回折現象の影響を押さえるためには露光光学系の開口数 (N.A.: Numerical aperture) を大きくする必要があり、光学系の大口径化と波長の短波長化が開発のポイントになっている。

【0004】 ところが、光の波長が短くなると、特に200nm以下になると、加工が容易で、光吸収の少ない光学材料が見当たらなくなってくる。そこで、透過光学系を捨てて、反射光学系による投影光学系の開発がなされており、相当な成果を上げている。その中に、複数の反射鏡の組み合わせによって、軟X線に対して円弧状の光学視野 (露光領域として使用出来る領域) を実現し、マスクとウェハを投影縮小率比の相対速度で、互いに同期して移動させることによってチップ全体を露光しようとする方法がある (例えば、Koichiro Hoh and Hiroshi Tanino; "Feasibility Study on the Extreme UV/Soft X-ray Projection-type Lithography", Bulletin of the Electrotechnical Laboratory Vol. 49, No. 12, P. 983-990, 1985. を参照。なお、この文献を以後、参考文献1と記す)。

【0005】 ところで、最小線幅と並んで上記の様な半導体デバイス製造にとって重要な要素にいわゆるスループットがある。このスループットに関与する要因としては、光源の発光強度、照明系の効率、反射系に使用する反射鏡の反射率、ウェハ上の感光材料・レジストの感度等がある。現在、光源としては、ArFレーザー、F₂レーザー、更に短波長光の光源としてシンクロトロン放射光やレーザープラズマ光がある。また、これらの光を反射する反射鏡に関しても、高い反射率が得られるように多層膜反射鏡の開発も急ピッチで行われている (詳細は前述の参考文献1、及び、Andrew M. Hawryluk et al; "Soft x-ray beamsplitters and highly dispersive multilayer mirrors for use as soft x-ray laser cavity component", SPIE Vol. 688 Multilayer Structure and Laboratory X-ray Laser Research (1986) P. 81-90 及び、特開昭63-312640を参照)。

【0006】 さて、半導体露光装置についてであるが、この半導体露光装置には、ムラ無く均一に原版を照明するために、光源の光量分布がどうであれ均一に原版に照明するための照明光学系が開発されている。この照明光学系に要求されるものは、一様照明性や開口性である。例えば特開昭60-232552号公報には、矩形形状の照明領域を対象とした技術が提案されている。しかし、半導体露光装置は、原版のパターンをウェハ上に形成する投影光学系を備えており、この投影光学系の視野が円弧状である場合、照明視野が矩形形状では光の利用効率が悪く、どうしても露光時間を短縮出来ず、従って、スループットが上がらなかった。

【0007】 最近、この問題を解決する方法として、投影光学系の有する光学視野に合わせて照明視野を設定し、この照明視野に光源からの光を集光する方法として、例えば、特開平10-70058「X線縮小投影露光装置及びこれを用いた半導体デバイス製造装置」が提案されている。これは、照明光学系として図12に示すシリンドリカル形状の反射型凸面半円柱型インテグレー

タが用いられている。反射型凸面半円柱型インテグレータは、微小な凸半円柱面を1次元に多数配置した形状の反射面を持つ全反射ミラーである。また、反射型凸面半円柱型インテグレータの代わりに、図13に示すような反射型凹面半円柱型インテグレータを用いることもできる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような反射鏡は通常、一つの基板を被加工物として、ボールエンドミルを備えた切削加工機を用いて切削加工により製作される。ボールエンドミルは図14(a)に示すような形状であり、その位置を被加工物に対して3次元的に制御することによって、同図(b)のように色々な面の加工が可能である。

【0009】しかし、一つのアルミニウム基板から、図12に示した反射面形状を形成し、出来上がった多光源形成反射鏡を用いて実際に照明してみると、予期した良好な反射効率を有するインテグレータが形成されず、このようなインテグレータを用いた半導体露光装置では、高いスループットが得られなかった。そこで、その原因を追究したところ、図15に示すように、凸面形状と凸面形状が互いに隣接しており、谷となっている全ての部分に加工残りが存在し、この部分の影響が主なものであることが判明した。この様に全ての反射面と反射面との境界部分に反射面の形状を有していない部分があると、一つの反射面と反射面との間に出来ている加工不良の部分が小さくても、これらの面積を全て足し合わせると大きな面積にわたって加工不良が生じているのと同じになる。

【0010】また、更に、図12と図13と示すような反射型インテグレータを既存の加工装置で製造しようとすると、反射型インテグレータの一つの反射面の長さが長い場合、装置のステージの移動量が不足して加工できないことが多かった。また、加工できたとしても、長尺であるために装置の運動精度が原因となって、高い形状精度が得られないと言う問題があった。

【0011】そこで、本発明はこのような課題を解決すべく考案したものであり、設計通りの反射面形状を有する多光源形成反射鏡を歩留まり良く製造できる製造方法を提供することを第1の目的にし、更には、よりスループットの高い半導体露光装置を得ることを第2の目的にしている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の第1の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射鏡の製造方法であって、複数の基板を用意し、各基板に要素反射面を一つづつ加工して要素反射面列を形成し、要素反射面列が形成された基板同士を接合する工程を有することとした。

【0013】この様に、一つの基板にまず一列の反射面を形成し、その次に要素反射面列が形成された基板をつなぎ合わせることで、要素反射面と要素反射面との間に出来た加工不良部分を少なくすることができ、反射効率の良い多面反射鏡を形成することができる。更に本発明の第1の形態では、要素反射面列が形成された基板同士の接合は、要素反射面列がなす方向に対して異なる方向に前記基板同士を接合することとした。

【0014】また、本発明の第2の形態では、所定の曲面の一部を面形状とする要素反射面を複数形成し、所定の位置に配置してなる反射型照明装置であって、要素反射面が一つづつ形成された複数の基板をそれぞれ接合したことで形成されたものとした。この様な形態を有する照明装置であるので、要素反射面同士の境界近傍も設計通りの面形状に形状加工できるので、有効反射面の面積が十分広く明るい反射型照明装置が得られる。

【0015】また、本発明の第3の形態では、光源、マスクを保持して移動するマスクステージ、マスクを照明する照明光学系、マスク上のパターンをウェハ上に投影する投影光学系、ウェハを保持して移動させるウェハステージを有する半導体露光装置であって、照明光学系の一部に請求項3記載の反射型照明装置を有し、要素反射面は投影光学系の光学視野と相似形であることとした。

【0016】この様に、有効反射面が十分広く明るい反射型照明装置を露光装置に用いたので、露光時間を短縮することができ、スループットの向上が期待できる。また、本発明の第3の形態における半導体露光装置であって、反射型照明装置の各々の反射面は円弧形状であることとした。次に、本発明の実施の形態において、本発明を詳しく説明するものとするが、本発明はこれに限られるものではない。

【0017】

【発明の実施の形態】次に本発明の第1の実施の形態として、図2に示す投影露光装置に用いられる反射型インテグレータである多面反射鏡について説明する。この多面反射鏡は、投影光学系の有する光学視野に合わせて照明視野を設定し、これによって照明効率を上げ、スループットの問題を解決するものであり、詳しくは同出願人が出願した特願平10-47400号に記載されている。この技術を図2をもとに簡単に説明する。

【0018】図2は、本発明の実施の形態における投影露光装置の概要図である。この投影露光装置では、光源1と、多面反射鏡2と、コンデンサー光学素子3と、反射鏡4と、マスク5と、マスクステージ5sと、投影光学系6と、ウェハ7と、ウェハステージ7sと、マスクステージコントローラ8と、ウェハステージコントローラ9が備わっている。

【0019】光源1より出た光は本発明の製造方法を用いて形成された多面反射鏡2に入射する。そして、多面反射鏡2で反射された光は、コンデンサー光学素子3及

び反射鏡4を経てマスクステージ5s上に保持されたマスク5を照明する。なお、本明細書では多面反射鏡2、コンデンサー光学素子3及び反射鏡4をまとめて反射型照明光学系と言う。

【0020】マスク5には、ウェハステージ7s上に保持されたウェハ7上に描くべきパターンと相似形状のパターンが形成されている。そして、マスク5上のパターンは反射型照明光学系によって照明され、非球面反射鏡6a、6b、6c、6dからなる投影光学系6を通じてウェハ7上に投影される。この様にして、マスク5に形成されたパターンをウェハ7上に投影している。

【0021】ところで、投影光学系6の光学視野は円弧形状であり、製作すべきデバイスチップ全体をカバー出来るほど広くはなく、マスク5とウェハ7を同期させて相対的に移動（スキャン）させながら露光を行うことによってチップ全体のパターンをウェハ上に形成する。このために、マスクステージ5sの移動量を制御するレーザー干渉距離計を含むマスクステージコントローラ8とウェハステージ7sの移動量を制御するウェハステージコントローラ9が備わっている。（このスキャンを伴う露光方式に関しては先の参考文献1を参照）。

【0022】ところで、多面反射鏡2は、光源1からの光から光学的に複数の2次光源を形成するためにある。そして、多面反射鏡2は、それぞれの反射面の輪郭が同じ複数の微小な要素反射面を有し、要素反射面の面形状が複数種類あり、その要素反射面を面形状毎に繰り返し配列されている。なお、要素反射面の外形状は投影光学系の光学視野形状と相似形にしている。これによって位置P2に多数の点光源像Iが形成され、これがコンデンサー光学素子3によって必要な照明視野を形成する。上記のような技術を用いると、マスク上の照明すべき領域を無駄無く一様に照明出来、露光時間の短縮が可能になって、高いスループットを有する半導体露光装置の実現が可能になる。

【0023】上記の様な、円弧状の照明視野を有する反射型照明光学系に用いられる多面反射鏡2と、その多面反射鏡2に形成される一つの要素反射面を実際に設計した結果を図3、4を用いて説明する。図3に示すように、この多面反射鏡2は3種類の要素反射面（A1、B1、C1）から構成されている。そして、それぞれの要素反射面の一边を合わせて列をなして設けられている。そして、この様な列を所定の数の列分形成して、多面反射鏡2を形成している。ところで、多面反射鏡2の各列は、要素反射面がA1、B1、C1、A1、B1、C1…の順に配列されている。そして、各要素反射面の面形状は、一定の曲率を有する凹面に図4（a）、（b）、（c）に示した形状を投影したときの形状を有している。

【0024】図4に示された凹面41は、焦点距離が図2に示すP2の距離と同じ距離を有する球面である。こ

の凹面41に形成された球面に、図4に示すようにYZ面に平行な円弧状帯（平均半径がZhの円の円弧状帯）を投影した形状と同じ形状を各要素反射面は有している。そして、要素反射面A1の形状は、投影する円弧の円の中心を、凹面41の球面の中心軸に合わせたときの投影像と同形状である。また、要素反射面B1、C1の形状は、投影する円弧の中心を、凹面41の球面の中心軸に対して垂直方向にYhだけずらしたときの投影像と同形状である。この様な形状は、いずれもほぼ円弧状になる。紙面に対して垂直方向から見れば完全な円弧状である。

【0025】このようにして出来た要素反射面に、例えばX方向より平行光線を入射させると要素反射面A1による点像が凹面41の球面の焦点位置と同じ位置に形成され、要素反射面B1による点像が焦点位置よりYhだけ横ずれして形成される。また、要素反射面C1による点像も同じく基板41の球面の焦点位置より-Yhだけ横ずれして形成される。

【0026】なお、要素反射面の好適な実用的な設計解としては、要素反射面の曲率半径Rは160～2000mm、図4に示すZhの距離は4.5～55mm、円弧の幅（円弧状帯の幅）は0.3～20mm、円弧の長さは4.5～55mm、図4（b）（c）に示すYhは約2.3～27mmとなり、更に表面粗さがrms<0.3nmである。

【0027】ところで、図3に示した多面反射鏡2を、従来の技術のように一枚の基板からボールエンドミルを備えた切削加工機を用いて切削加工して製造すると、図5に示すような形状になる。このように、各要素反射面51同士が互い隣接している部分に加工残りCRが存在し、この部分に照射された光が所定の位置に反射してこないことが判明した。このように所定の位置に反射してこない光が有ると、マスク5に照明される光量が低下し、ウェハ7への露光時間が長くなる。その結果、スループットが低い露光装置になってしまう。

【0028】この様なことを解決するために、本発明の第1の実施の形態である多面反射鏡の製造方法では、図6に示すように、一つの基板上に要素反射面を一方方向に一行に形成する。そして、基板の幅を要素反射面の幅と同じ寸法にすることで、エンドミル31が要素反射面の境界部分に来て、そのまま矢印32の方向に切削しながら移動できる。

【0029】この様にして要素反射面A1、B1、C1が形成された基板を複数形成し、次に、要素反射面が形成された方向とは垂直な方向に要素反射面が一行に形成された基板を配列することで多面反射鏡2を形成することとした。複数の基板に要素反射面を形成することによって、1個の要素反射面の加工に失敗したとしても、加工に失敗した要素反射面を含む要素反射面列のみを作製し直せばよいので、加工効率を高くできる。また、エン

ドミル31が要素反射面51の形成領域の隅を通過しながら加工できるので、四隅に加工残りが生じることなく、高い形状精度を有する光学素子が加工できる。

【0030】次に、本発明の実施の形態にかかる多面反射鏡の製造方法を詳しく説明するものとする。まず、金属のブロック、例えば、無酸素銅のブロックを準備する。ここで、無酸素銅を選択した理由は、切削および研磨した場合に鏡面性が優れているためである。このブロックを所定の大きさに切り出す。その大きさは、要素反射面が一分形成できる程度の大きさを有しており、かつ他の要素反射面列が形成された基板を接合することを考えて、切り出す基板の横幅は、要素反射面の円弧形状に対する弦の長さと同じにしている。なお、本実施の形態では無酸素銅のブロックから、長さ30mm×幅5mm×高さ10mmのブランク1個と、長さ27mm×幅5mm×高さ10mmのブランク2個に切り出した。

【0031】次に、この切りだされたブランクのうち、1個のブランクを、ボールエンドミルを備えた切削加工機に取り付け、図3に示す3種類の要素反射面A1、B1、C1の形状を1つずつ形状加工する。形状加工を行った後は、研磨を行うことにより、要素反射面列を鏡面状態とした。

【0032】この様にして、一つの基板に複数の要素反射面が一方方向に配列されるように形成された要素反射面列を形成した。そして、他のブランクにも同じように切削加工機により形状加工と研磨を行い、一つの基板に複数の要素反射面が一方方向に配列されるように形成した要素反射面列を形成して、合計3つの要素反射面列を形成する。この様にして形成された要素反射面列25、26、27は、図1に示した形状となる。次に、この要素反射面列25、26、27を、要素反射面列が形成されている方向とは垂直方向に並べて、互いに図1に示したように接合する。この様にして、多面反射鏡2が形成される。

【0033】この様にして形成された多面反射鏡2は、更に反射率を上げるために、反射膜を形成する。例えば、この多面反射鏡2が前述の露光装置に用いられ、かつその露光装置の光源として、F₂レーザを用いた場合、多面反射鏡2にアルミニウムの反射膜を形成し、更にその上にアルミニウム膜の酸化防止と反射率の維持の観点から、フッ化マグネシウム(MgF₂)を数十nmの厚さに成膜することが好ましい。

【0034】また、軟X線領域の光(電磁波)を使用する場合には、モリブデンとケイ素の交互多層膜を形成することが好ましい。この様にして、露光装置に用いられる多面反射鏡2が形成でき、要素反射面の境界部分も所望の形状に形成されているので、有効の反射面が広く明るい反射光学系を形成することができる。また、要素反射面の形成時や形成後に、一つの反射面に不良個所が生じたとしても、その不良個所が生じた基板のみを作り直

して、交換するだけで良いのでコストを安く抑えることができる。

【0035】なお、本発明は上述で示した形状を有する多面反射鏡以外でも適用可能である。例えば、要素反射面はA1、B1、C1の3種類よりも多くても、少なくとも良く、また、要素反射面は非球面の一部でも良い。また、要素反射面列も3列に限られたものではない。また、他の全く異なった形状の反射鏡についても本製造方法は適用できる。

【0036】次に、本発明の第2の形態として、図12に示すような形状の多面反射鏡の製造方法を説明する。このような形状を有する多面反射鏡では、一つの基板に多数の反射面を形成すると、どれか一方所不良箇所が生じた場合、他の良い反射面も破棄せざるをえなくなるので、複数の要素反射面列を形成し、そして、その要素反射面列をつなぎ合わせた。

【0037】この場合、反射鏡の長さによって、図12で示す奥行き方向の長さが長い場合は、一つの要素反射面の奥行きよりも短いブランクを用いる。そして、図7に示すような要素反射面列71を形成し、それぞれの反射面が平行に並ぶように2次元的に配置することで、図12に示す形状の多面反射鏡を形成することができる。

【0038】また、図12で示す奥行き方向の長さが短い場合は、一つの要素反射面の奥行きと同じ長さのブランクを用いる。そして、図8に示すような要素反射面列81を複数形成し、これを要素反射面の長手方向と垂直方向に、かつそれぞれの要素反射面が平行に並ぶように配置することで、図12に示す形状の多面反射鏡を形成することができる。

【0039】この様にして、コストの低減がはかれ、また、要素反射面列と要素反射面列の境界部分は、所望の形状に形成することができるので、有効面積を比較的広くすることができる。なお、更に要素反射面列の間の加工残りを除去したい場合には、つぎの方法によりブランクを加工することが好ましい。

【0040】エンドミル31を用いた切削加工機だけで形成した場合は、図9(a)に示す要素反射面列90の側面形状と同じ形状を有し、要素反射面同士の境界部分で加工残りCR2が形成されてしまう。そこで、エンドミル31を用いて形成された要素反射面列90に対して、加工残りCR2の部分を非回転工具91で除去する。この様にして、非回転工具91で加工残りCR2が除去されたのちの形状を図9(b)に示した。この様にして、要素反射面列を形成している要素反射面同士の境界部においても、有効な反射面形状を形成することができる。

【0041】なお、他の方法として、断面形状が要素反射面の境界部分と同形状をした断面形状を持つ非回転工具92を用いて、要素反射面の境界部分のみ切削することでも構わない。例えば、図9(a)で形成された形状

にもものに対し、図10に示すような非回転工具92を用いて、加工残りを除去しても構わない。この様に、要素反射面列を形成した基板をつなぎ合わせて、多面反射鏡を形成した場合、それでも有効反射面積が小さく、十分でない場合は、非回転工具により加工残りCR2を除去することが好ましい。

【0042】なお、本発明は前述の凸型半円筒形状を有した多面反射鏡以外にも、図11に示すように要素反射面列110を複数個形成して、貼り合わせることで、凹型半円筒形状の多面反射鏡の製作に適用できる。この場合も複数の要素反射面列を形成した基板を複数形成し、それをつなぎ合わせることで、コスト低減ができる。ところで、上述の本発明の実施の形態では、要素反射面列を貼り合わせて、多面反射鏡を形成しているが、本発明はこれに限られず、多面反射鏡の光学面を上面向けて使用するのであれば、単に台座に配列するだけで固定しなくてもよい。また、要素反射面列は、研磨を行った後に接合しているが、本発明はこれに限られず、形状加工が施された要素反射面列を接合した後に、研磨を行っても良い。また、被加工物の材質は無酸素銅に限られるものではなく、切削・研磨後に鏡面性が良好であれば良い。

【0043】たとえば、シリコン、ULE、スーパーインバー材、無酸素銅、インバー材、アルミニウム、炭素鋼、石英ガラス、スタバックス材、パイレックスガラスなどが考えられる。また、金属基板の上に成膜されたニッケル合金の非晶質薄膜やニッケル合金を主成分とする非晶質薄膜でも良い。

【0044】

【発明の効果】上述のように、本発明によって、多数の要素反射面からなる複雑形状の光学素子を高精度で、そして、高い加工効率で製造できる。また、本製造方法により得られた反射鏡は、露光装置用の照明装置にもちいれば、スループットの高い露光装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】：本発明の第1の実施の形態に係る要素反射面列が形成された基板を接合した多面反射鏡の概略構成図である。

【図2】：本発明の第1の実施の形態に係る加工手順で形成された多面反射鏡を使用した露光装置の光学系の概略構成図である。

【図3】：本発明の第1の実施の形態に係る加工手順で形成された多面反射鏡の概略構成図

【図4】：多面反射鏡を構成する要素反射面の面形状を示す図

【図5】：従来加工法により形成された多面反射鏡の形

状を示した図である。

【図6】：一つの基板から要素反射面1A、1B、1Cを形成するときにエンドミルの軌跡を示した図である。

【図7】：本発明の第2の形態による加工法で形成された多面反射鏡の概略構成図である。

【図8】：本発明の第2の形態による加工法で形成された多面反射鏡の概略構成図である。

【図9】：本発明の第2の形態による加工法で形成された場合の加工残りを除去する方法を示した図である。

【図10】：本発明の第2の形態による加工法で形成された場合の加工残りを除去する方法を示した図である。

【図11】：反射型凹面半円柱型インテグレータの製造方法を示した図である。

【図12】：反射型凸面半円柱型インテグレータの概略図である。

【図13】：反射型凹面半円柱型インテグレータの概略図である。

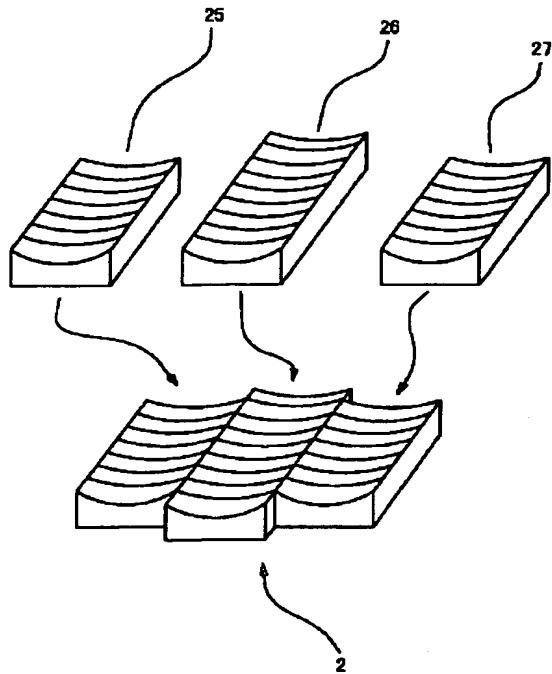
【図14】：ボールエンドミルの形状と加工可能な曲面を示した図である。

【図15】：従来の加工法で形成された反射型凸型インテグレータの断面形状図である。

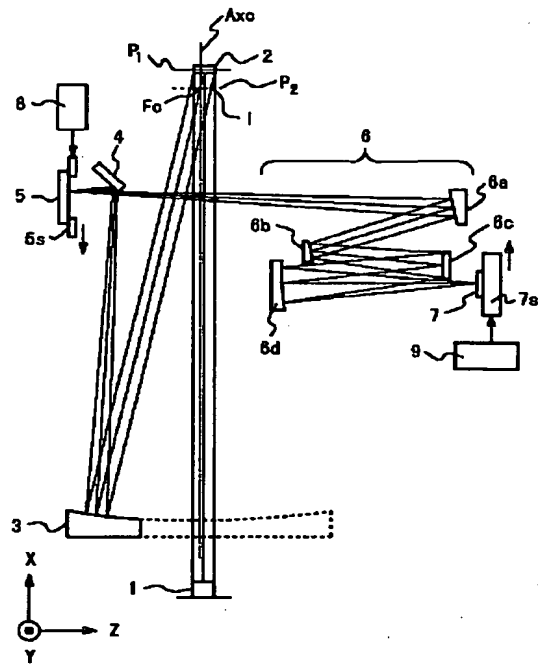
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 多面反射鏡
- 3 コンデンサー光学素子
- 4 反射鏡
- 5 マスク、 5s マスクステージ
- 6 投影光学系
- 7 ウェハ、 7s ウェハステージ
- 8 マスクステージコントローラ
- 9 ウェハステージコントローラ
- 25、26、27、71、81、90、110 要素反射面列
- 31 エンドミル
- 32 エンドミルの軌跡
- 41 要素反射面の反射面形状を示す凹球面
- 51 従来の加工法で形成された要素反射面
- 91、92 非回転工具
- A1、B1、C1 要素反射面
- CR CR2 加工残り

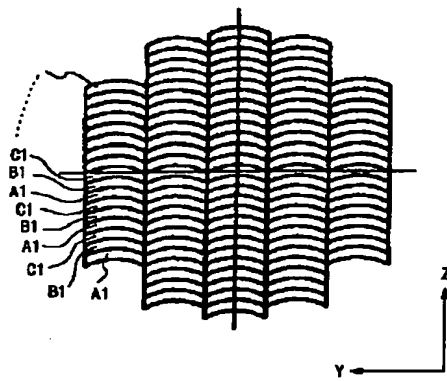
【図1】



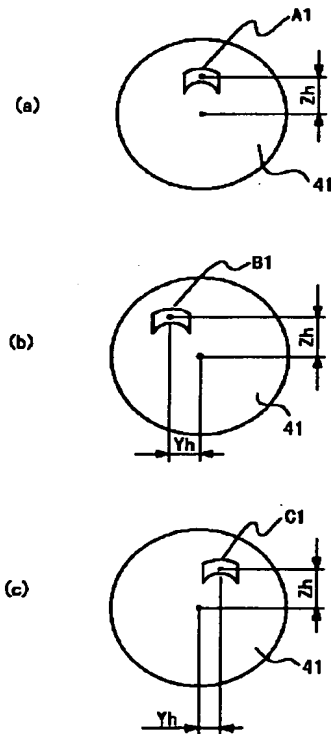
【図2】



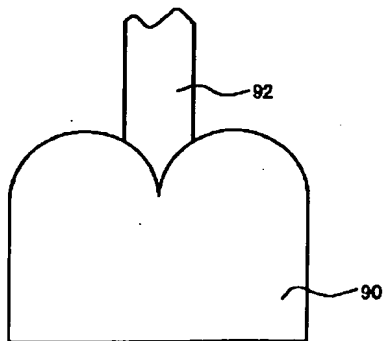
【図3】



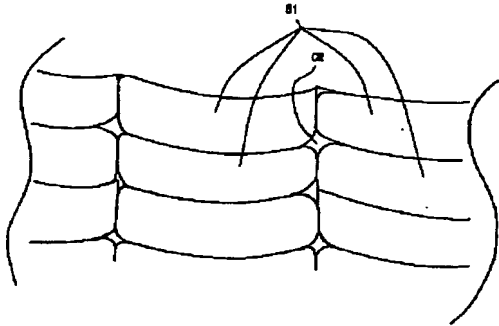
【図4】



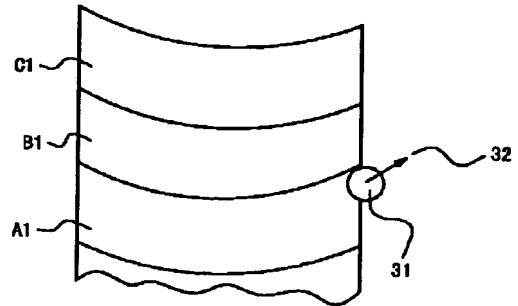
【図10】



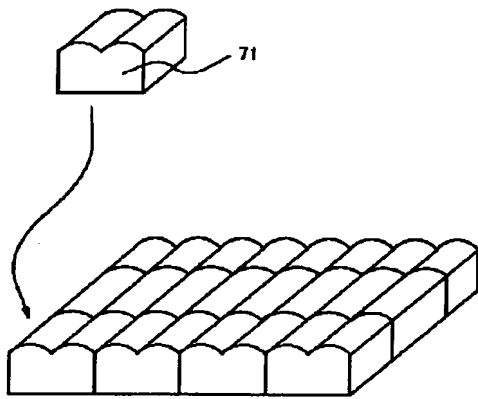
【図 5】



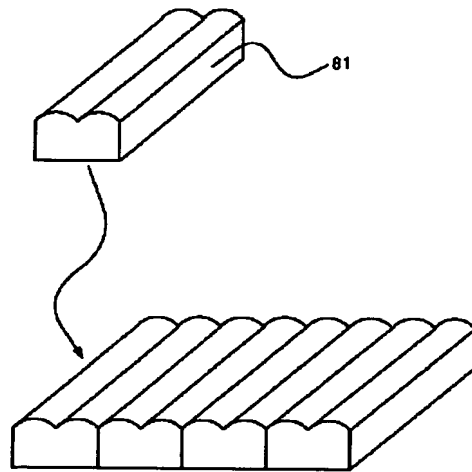
【図 6】



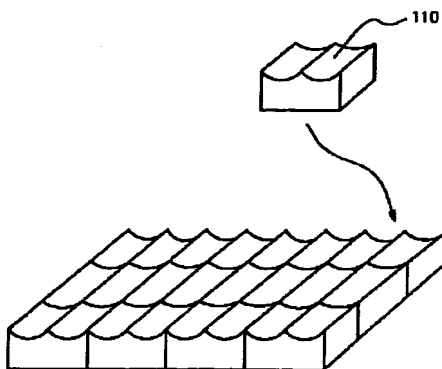
【図 7】



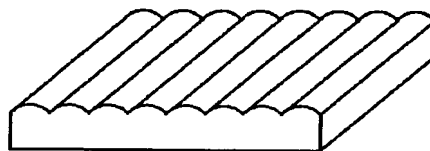
【図 8】



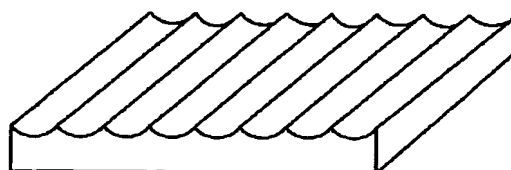
【図 11】



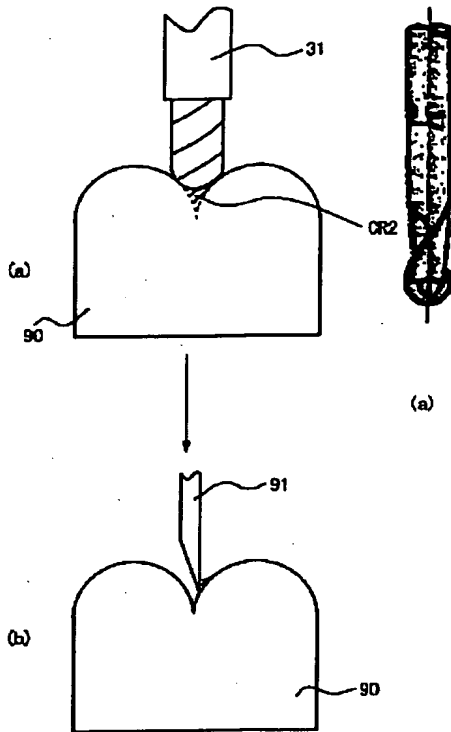
【図 12】



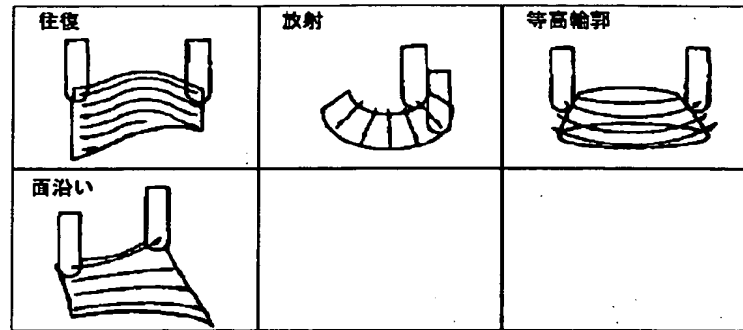
【図 13】



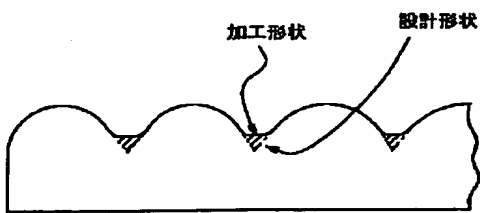
【図9】



【図14】



【図15】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the multiple reflecting mirror characterized by to have the process which joins the substrates in which it is the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange to a position, and two or more substrates were prepared for, said element reflector was processed into each substrate the single tier every, the element reflector train was formed [two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface were formed in,] in, and said element reflector train was formed.

[Claim 2] The substrates in which said element reflector has a concave surface configuration, and said element reflector train was formed are the manufacture approaches of the multiple reflecting mirror according to claim 1 characterized by joining in the different direction to the direction which said element reflector train makes.

[Claim 3] The reflective mold lighting system which formed two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface, is a reflective mold lighting system which it comes to arrange to a position, and was formed by having joined two or more substrates with which said element reflector was formed the single tier every, respectively.

[Claim 4] It is the semi-conductor aligner which is a semi-conductor aligner which has the light source , the mask stage where holds a mask and it moves , the illumination-light study system which illuminates this mask , the projection optical system which projects the pattern on this mask on a wafer , and the wafer stage to which a wafer is hold and move , has a reflective mold lighting system according to claim 3 in a part of said illumination-light study system , and is characterize by for said element reflector to are the optical visual field and the analog of said projection optical system .

[Claim 5] It is the semi-conductor aligner which is a semi-conductor aligner according to claim 4, and is characterized by each reflector of this reflective mold lighting system being a radii configuration.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the reflecting mirror constituted by arranging two or more minute element reflectors to a position especially, a reflective mold lighting system, and the semi-conductor aligner using the lighting system further about the manufacture approach of a reflecting mirror, and semiconductor fabrication machines and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] in manufacture of semiconductor devices, such as current, DRAM, and MCP, the development research which makes minimum line width narrower carries out briskly — having — **** — design rule 0.13 micrometers (an equivalent for 4 G-DRAM), and 0.1 micrometers (an equivalent for 16 G-DRAM) — further — various techniques are developed towards implementation of 0.07mmicro (an equivalent for 32 G-DRAM).

[0003] The diffraction phenomena of the light produced at the time of exposure have the problem of this minimum line width, and inseparable relation, and it is the greatest trouble in case dotage of the image resulting from this and a condensing point realizes required minimum line width. In order to press down the effect of these diffraction phenomena, it is necessary to enlarge numerical aperture (N.A.:Numerical aperture) of exposure optical system, and diameter [of macrostomia]-izing of optical system and short wavelength-ization of wavelength have become the point of development.

[0004] If the wavelength of light becomes short and it will be set especially to 200nm or less, processing is easy and an optical material with little optical absorption stops however, finding. Then, a transmitted light study system is thrown away, development of the projection optical system by catoptric system is made, and considerable success is achieved. In it, the combination of two or more reflecting mirrors realizes an optical radii-like visual field (field which can be used as an exposure field) to soft X ray. A mask and a wafer with the relative velocity of a projection reduction percentage ratio There is an approach which is going to synchronize mutually and is going to expose the whole chip by making it move. (For example) Koichiro Hoh and Hiroshi Tanino, "Feasibility Study on the Extreme UV/Soft X-ray Projection-type Lithography", Bulletin of the Electrontechnical Laboratory Vol.49, No.12, P.983-990, and 1985. Reference. In addition, this reference is henceforth described as reference 1.

[0005] By the way, together with minimum line width, the so-called throughput is in an important element for the above semiconductor device manufactures. As a factor which participates in this throughput, there are luminescence reinforcement of the light source, effectiveness of an illumination system, a reflection factor of the reflecting mirror used for a reflective system, sensibility of the sensitive material and the resist on a wafer, etc. as current and the light source — ArF laser and F — there are 2 laser of synchrotron radiation and laser plasma light as short wave Nagamitsu's light source further. moreover, also about the reflecting mirror which reflects such light, development of a multilayer reflecting mirror is also at a quick pace, and is performed so that a high reflection factor may be obtained (the reference 1 of the above-mentioned for details — and) Andrew M.Hawryluk et al;"Soft x-ray beamsplitters and highly dispersive

multilayer mirrors for use as soft x-ray laser cavity component", SPIE Vol.688 Multilayer Structure and Laboratory X-ray Laser Research P.81-90 (1986) It reaches and refer to JP,63-312640,A.

[0006] Now, although it is about a semi-conductor aligner, in order to illuminate the original edition to homogeneity that there is no nonuniformity in this semi-conductor aligner, the illumination-light study system for illuminating to homogeneity at the original edition whatever the quantity of light distribution of the light source is developed. It is uniform lighting nature and the opening nature which are required of this illumination-light study system. For example, the technique for the lighting field of a rectangle configuration is proposed by JP,60-232552,A. However, the semi-conductor aligner was equipped with the projection optical system which forms the pattern of the original edition on a wafer, when the visual field of this projection optical system was circular, in the rectangle configuration, the lighting visual field had the bad utilization effectiveness of light, and could never shorten the exposure time, therefore a throughput did not go up.

[0007] Recently, according to the optical visual field which a projection optical system has, a lighting visual field is set up as an approach of solving this problem, and JP,10-70058,A "an X-ray cutback projection aligner and the semiconductor device manufacturing installation using this" is proposed as an approach of condensing the light from the light source within this lighting visual field. The reflective mold convex semicircle column type integrator of the cylindrical configuration which this shows to drawing 12 as an illumination-light study system is used. A reflective mold convex semicircle column type integrator is a total reflection mirror with the reflector of the configuration which has arranged much minute convex semicircle cylindrical surfaces to one dimension. Moreover, a reflective mold concave surface semicircle column type integrator as shown in drawing 13 can also be used instead of a reflective mold convex semicircle column type integrator.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the above reflecting mirrors are usually manufactured by cutting by making one substrate into a workpiece using the cutting machine equipped with the ball end mill. A ball end mill is a configuration as shown in drawing 14 (a), and by controlling the location in three dimension to a workpiece, as shown in this drawing (b), processing of various fields is possible for it.

[0009] However, when the reflector configuration shown in drawing 12 was formed and was actually illuminated from one aluminum substrate using the done multi-light source formation reflecting mirror, the integrator which has the expected good reflective effectiveness was not formed, and a high throughput was not obtained in the semi-conductor aligner using such an integrator. Then, when that cause was investigated, as shown in drawing 15, the convex configuration and the convex configuration adjoined mutually, the processing remainder existed in all the parts used as a trough, and it became clear that the effect of this part is main. Thus, when the part which does not have the configuration of a reflector is in the boundary part of all reflectors and reflectors, even if the part of poor processing made between one reflectors is small, if the guide peg of all of such area is carried out, it will become as the same as poor processing has arisen covering a big area.

[0010] Furthermore, when it was going to manufacture the reflective mold integrator as indicated to be drawing 12 and drawing 13 with existing processing equipment, since the die length of one reflector of a reflective mold integrator was long, the movement magnitude of the stage of equipment was insufficient and it was not able to be processed in many cases. Moreover, even if processible, since it was a long picture, the motion precision of equipment became a cause, and there was a problem referred to as that a high configuration precision is not acquired.

[0011] Then, this invention is devised so that it may solve such a technical problem, and it sets it as the 1st object to offer the manufacture approach that the multi-light source formation reflecting mirror which has a reflector configuration as a design can be manufactured with the sufficient yield, and sets it as the 2nd object to obtain a semi-conductor aligner with a throughput high further more.

[0012]

[Means for Solving the Problem] We decided to have the process which joins the substrates in which two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface were formed with the 1st gestalt of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem, it is the manufacture approach of the reflecting mirror which it comes to arrange to a position, two or more substrates were prepared, the element reflector was processed into each substrate the single tier every, the element reflector train was formed in, and the element reflector train was formed.

[0013] Thus, by connecting the substrate with which the reflector of a single tier was first formed in one substrate, and the element reflector train was formed in that degree, the poor processing part made between the element reflector and the element reflector can be lessened, and a multiple reflecting mirror with sufficient reflective effectiveness can be formed. Furthermore, with the 1st gestalt of this invention, junction of the substrates in which the element reflector train was formed joined said substrates in the different direction to the direction which an element reflector train makes, and did things to it.

[0014] Moreover, with the 2nd gestalt of this invention, two or more element reflectors which make a field configuration a part of predetermined curved surface were formed, it shall be the reflective mold lighting system which it comes to arrange to a position, and the element reflector should be formed by having joined two or more substrates formed the single tier every, respectively. Since it is the lighting system which has such a gestalt and configuration processing of also near the boundary of element reflectors can be carried out at the field configuration as a design, a reflective mold lighting system with it is obtained. [a sufficiently large area of an effective reflector and] [bright]

[0015] moreover , it be the mask stage where hold the light source and a mask with the 3rd gestalt of this invention , and it move , the illumination light study system which illuminate a mask , the projection optical system which project the pattern on a mask on a wafer , and the semi-conductor aligner which have the wafer stage to which a wafer be hold and move , and it have a reflective mold lighting system according to claim 3 in a part of illumination light study system , and it be presupposed that it be an element reflector the optical visual field and analog of a projection optical system .

[0016] Thus, since the reflective mold lighting system sufficiently large an effective reflector and bright in it was used for the aligner, the exposure time can be shortened and improvement in a throughput can be expected. Moreover, it is a semi-conductor aligner in the 3rd gestalt of this invention, and it was presupposed that it is a radii configuration each reflector of a reflective mold lighting system. Next, in the gestalt of operation of this invention, although this invention shall be explained in detail, there is no this invention what is restricted to this.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Next, the multiple reflecting mirror which is the reflective mold integrator used for the projection aligner shown in drawing 2 as a gestalt of operation of the 1st of this invention is explained. This multiple reflecting mirror sets up a lighting visual field according to the optical visual field which a projection optical system has, and is indicated by this by Japanese Patent Application No. No. 47400 [ten to] to which the problem of raising and a throughput is solved and this applicant applied for lighting effectiveness in detail. This technique is explained briefly based on drawing 2 .

[0018] Drawing 2 is the schematic diagram of the projection aligner in the gestalt of operation of this invention. In this projection aligner, the light source 1, the multiple reflecting mirror 2, the capacitor optical element 3, a reflecting mirror 4, a mask 5, mask stage 5s, a projection optical system 6, a wafer 7, wafer stage 7s, the mask stage controller 8, and the wafer stage controller 9 are equipped.

[0019] Incidence of the light which came out from the light source 1 is carried out to the multiple reflecting mirror 2 formed using the manufacture approach of this invention. And the light reflected with the multiple reflecting mirror 2 illuminates the mask 5 held on mask stage 5s through the capacitor optical element 3 and the reflecting mirror 4. In addition, on these descriptions, the multiple reflecting mirror 2, the capacitor optical element 3, and a reflecting mirror 4 are collectively called reflective mold illumination-light study system.

[0020] The pattern which should be drawn on the wafer 7 held on wafer stage 7s, and the pattern of a parallelism configuration are formed in the mask 5. And the pattern on a mask 5 is illuminated by the reflective mold illumination-light study system, and is projected on a wafer 7 through the projection optical system 6 which consists of aspheric surface reflecting mirrors 6a, 6b, 6c, and 6d. Thus, the pattern formed in the mask 5 is projected on a wafer 7.

[0021] By the way, the optical visual field of a projection optical system 6 is a radii configuration, and forms the pattern of the whole chip on a wafer by exposing synchronizing a mask 5 and a wafer 7 and moving them relatively as widely as the whole device chip which should be manufactured can be covered, (scan). For this reason, the mask stage controller 8 containing the laser interference range finder which controls mask stage 5s movement magnitude, and the wafer stage controller 9 which controls wafer stage 7s movement magnitude are equipped. . (see the previous reference 1 about the exposure method accompanied by this scan).

[0022] By the way, there is a multiple reflecting mirror 2 in order to form two or more secondary light sources optically from the light from the light source 1. And the multiple reflecting mirror 2 has two or more minute element reflectors where the profile of each reflector is the same, and the field configuration of an element reflector repeats those with two or more kinds, and its element reflector for every field configuration, and it is arranged. In addition, the shape of an appearance of an element reflector is made into the optical visual field configuration and analog of a projection optical system. Many point light source images I are formed in a location P2 of this, and this forms a required lighting visual field by the capacitor optical element 3. If the above techniques are used, can illuminate the field which should illuminate on a mask uniformly without futility, compaction of the exposure time will be attained, and implementation of the semi-conductor aligner which has a high throughput will be attained.

[0023] The result of having designed actually one element reflector formed in the multiple reflecting mirror 2 used for the reflective mold illumination-light study system which has the above radii-like lighting visual fields, and its multiple reflecting mirror 2 is explained using drawing 3 and 4. As shown in drawing 3, this multiple reflecting mirror 2 consists of three kinds of element reflectors (A1, B1, C1). And one side of each element reflector is doubled, and a train is made and it is prepared. And a predetermined number forms such a train by the train, and the multiple reflecting mirror 2 is formed. By the way, for each train of the multiple reflecting mirror 2, an element reflector is A1, B1, C1, A1, B1, and C1. — It is arranged in order. And the field configuration of each element reflector has the configuration when projecting the configuration shown in drawing 4 (a), (b), and (c) on the concave surface which has fixed curvature.

[0024] The concave surface 41 shown in drawing 4 is the spherical surface which has the distance as the distance of P2 shown in drawing 2 $R > 2$ with the same focal distance. Each element reflector has the same configuration as the configuration which projected the circular band (an average radius is the circular band of the circle of Zh) parallel to YZ side on the spherical surface formed in this concave surface 41 as shown in drawing 4. And the configuration of the element reflector A1 is the shape of a projection image and isomorphism when doubling the core of the circle of the radii to project with the medial axis of the spherical surface of a concave surface 41. Moreover, the configuration of the element reflectors B1 and C1 is the shape of a projection image and isomorphism when only Yh shifts the core of the radii to project perpendicularly to the medial axis of the spherical surface of a concave surface 41. As for such a configuration, all become radii-like mostly. perfect, if it sees from a perpendicular direction to space — it is circular.

[0025] Thus, if incidence of the parallel ray is carried out for example, from the direction of X, the point by the element reflector A1 will be formed in the same location as the focal location of the spherical surface of a concave surface 41, and the point by the element reflector B1 carries out the strike slip only of the Yh to the made element reflector from a focal location, and it is formed in it. Moreover, the point by the element reflector C1 is also the same, and it is the focal location of the spherical surface of a substrate 41. — The strike slip only of the Yh is carried out and it is formed.

[0026] In addition, as a suitable practical design solution of an element reflector, Yh the distance of Zh which shows the radius of curvature R of an element reflector to 160-2000mm and

drawing 4 indicates the die length of 0.3–20mm and radii to be for the width of face (width of face of a circular band) of 4.5–55mm and radii to 4.5–55mm, drawing 4 (b), and (c) is set to about 2.3–27mm, and surface roughness is rms<0.3nm further.

[0027] By the way, if cutting of the multiple reflecting mirror 2 shown in drawing 3 is carried out and it is manufactured using the cutting machine equipped with the ball end mill from one substrate like a Prior art, it will become a configuration as shown in drawing 5 R> 5. Thus, processing remaining CR existed in the part in which each [element reflector 51] are each-other carrying out contiguity, and it became clear that the light irradiated by this part did not reflect in a position. Thus, if there is light which is not reflected in a position, the quantity of light illuminated by the mask 5 will fall, and the exposure time to a wafer 7 will become long.

Consequently, a throughput will become a low aligner.

[0028] In order to solve such a thing, as shown in drawing 6 R> 6, by the manufacture approach of the multiple reflecting mirror which is the gestalt of operation of the 1st of this invention, an element reflector is formed on one substrate in an one direction at a single tier. And even if an end mill 31 comes to the boundary part of an element reflector by making width of face of a substrate into the same dimension as the width of face of an element reflector, it can move by it, cutting in the direction of an arrow head 32 as it is.

[0029] Thus, we decided to form the multiple reflecting mirror 2 in arranging the substrate with which the element reflector was formed in the direction vertical to the direction in which two or more substrates with which the element reflectors A1, B1, and C1 were formed were formed in, next the element reflector was formed at the single tier. Since what is necessary is to reproduce only an element reflector train including the element reflector which failed in processing even if processing of an one element reflector went wrong by forming an element reflector in two or more substrates, processing effectiveness can be made high. Moreover, the optical element which has a high configuration precision can be processed, without the processing remainder arising in the four corners, since it is processible while an end mill 31 passes through the corner of the formation field of the element reflector 51.

[0030] Next, the manufacture approach of the multiple reflecting mirror concerning the gestalt of operation of this invention shall be explained in detail. First, a metaled block, for example, the block of oxygen free copper, is prepared. Here, the reason for having chosen oxygen free copper is because mirror plane nature is excellent, when it cut and grinds. This block is started in predetermined magnitude. The magnitude considers joining the substrate with which it has the magnitude which is extent which an element reflector can form by the single tier, and other element reflector trains were formed, and makes breadth of the substrate to cut down the same as the die length of the bowstring to the radii configuration of an element reflector. In addition, with the gestalt of this operation, it started from the block of oxygen free copper in one blank with a die-length [of 30mm] x width-of-face [of 5mm] x height of 10mm, and two blanks with a die-length [of 27mm] x width-of-face [of 5mm] x height of 10mm.

[0031] Next, configuration processing of every one configuration of three kinds of element reflectors A1, B1, and C1 which shows one blank in the cutting machine equipped with the ball end mill among this started blank at installation and drawing 3 is carried out. After performing configuration processing, the element reflector train was made into the mirror plane condition by grinding.

[0032] Thus, the element reflector train formed so that two or more element reflectors might be arranged by one substrate in an one direction was formed. And a cutting machine performs configuration processing and polish like other blanks. The element reflector train formed so that two or more element reflectors might be arranged by one substrate in an one direction is formed, and a total of three element reflector trains are formed. Thus, the formed element reflector trains 25, 26, and 27 serve as a configuration shown in drawing 1 . Next, these element reflector trains 25, 26, and 27 are perpendicularly compared with the direction in which the element reflector train is formed, and as mutually shown in drawing 1 , it pastes up. The multiple reflecting mirror 2 is formed by making it this appearance.

[0033] Thus, the formed multiple reflecting mirror 2 forms the reflective film, in order to gather a reflection factor further. For example, this multiple reflecting mirror 2 is used for the above-

mentioned aligner, and it is F2 as the light source of that aligner. When laser is used, it is desirable to form the reflective film of aluminum in the multiple reflecting mirror 2, and to form magnesium fluoride (MgF₂) in thickness of dozens of nm from antioxidizing of the aluminum film and a viewpoint of maintenance of a reflection factor on it further.

[0034] Moreover, when using the light (electromagnetic wave) of a soft-X-ray field, it is desirable to form the mutual multilayer of molybdenum and silicon. Thus, since the multiple reflecting mirror 2 used for an aligner can be formed and the boundary part of an element reflector is also formed in the desired configuration, an effective reflector can form large bright catoptric system. Moreover, since what is necessary is to remake only the substrate which the defect part produced and to exchange them the time of formation of an element reflector, and after formation, even if the defect part was generated in one reflector, cost can be held down at a low price.

[0035] In addition, this invention is applicable also except the multiple reflecting mirror which has the configuration shown by ****. For example, even if there are more element reflectors than three kinds, A1, B1, and C1, they may be good at least, and a part of aspheric surface is sufficient as an element reflector. Moreover, an element reflector train was not restricted to three trains, either. Moreover, this manufacture approach is applicable also about the reflecting mirror of other completely different configurations.

[0036] Next, the manufacture approach of the multiple reflecting mirror of a configuration as shown in drawing 12 is explained as the 2nd gestalt of this invention. In the multiple reflecting mirror which has such a configuration, since it could not but stop having canceled other good reflectors when many reflectors were formed in one substrate when one-place [any] fault arises, two or more element reflector trains were formed, and the element reflector train was connected.

[0037] In this case, with the die length of a reflecting mirror, when the depth lay length shown by drawing 12 is long, a blank shorter than the depth of one element reflector is used. And the element reflector train 71 as shown in drawing 7 can be formed, and the multiple reflecting mirror of the configuration shown in drawing 1212 can be formed by arranging two-dimensional so that each reflector may be located in a line with parallel.

[0038] Moreover, when the depth lay length shown by drawing 12 is short, the blank of the same die length as the depth of one element reflector is used. And two or more element reflector trains 81 as shown in drawing 8 can be formed, and the multiple reflecting mirror of the configuration shown in drawing 12 can be formed by arranging this perpendicularly [longitudinal direction / of an element reflector], so that each element reflector may be located in a line with parallel.

[0039] Since reduction of cost can be aimed at and the boundary parts of an element reflector train and an element reflector train can be formed in a desired configuration by making it this appearance, effective area can be comparatively made large. In addition, it is desirable to process a blank by the following approach to also remove the processing remainder between element reflector trains further.

[0040] When it forms only with the cutting machine using an end mill 31, it has the same configuration as the side-face configuration of the element reflector train 90 shown in drawing 9 (a), and processing remaining CR2 will be formed in the boundary part of element reflectors. Then, the nonrotation tool 91 removes the part of processing remaining CR2 to the element reflector train 90 formed using the end mill 31. Thus, the configuration after processing remaining CR2 was removed by the nonrotation tool 91 was shown in drawing 9 (b). Thus, an effective reflector configuration can be formed also in the boundary section of the element reflectors which form the element reflector train.

[0041] In addition, it is possible to cut only the boundary part of an element reflector using the nonrotation tool 92 in which a cross-section configuration has the cross-section configuration which carried out the shape of a boundary part and isomorphism of an element reflector as other approaches. For example, the processing remainder may be removed using the nonrotation tool 92 as shown in the configuration formed by drawing 9 (a) to a thing at drawing 10. Thus, when the substrate in which the element reflector train was formed is connected and a multiple

reflecting mirror is formed, when not enough, it is desirable [an effective reflector product is still small, and] to remove processing remaining CR2 by the nonrotation tool.

[0042] In addition, besides a multiple reflecting mirror with the shape of an above-mentioned convex type semi-cylindrical shape, as shown in drawing 11 , two or more element reflector trains 110 are formed, and this invention is sticking and can be applied to a fabrication of a multiple concave semi-cylindrical shape-like reflecting mirror. Two or more substrates which formed two or more element reflector trains also in this case are formed, and cost reduction is possible by connecting it. By the way, although an element reflector train is stuck and the multiple reflecting mirror is formed with the gestalt of operation of above-mentioned this invention, this invention is not restricted to this, and if the optical surface of a multiple reflecting mirror is turned and used for a top face, it is not necessary to fix it only by arranging to a plinth. Moreover, after an element reflector train grinds, it is joined, but this invention is not restricted to this, but after it joins the element reflector train to which configuration processing was performed, it may grind. Moreover, it is not restricted to oxygen free copper, and if the construction material of a workpiece has good mirror plane nature after a cut / polish, it is good.

[0043] For example, silicon, ULE, super Invar material, oxygen free copper, the Invar material, aluminum, carbon steel, quartz glass, SUTABAKKUSU material, Pyrex glass, etc. can be considered. Moreover, the amorphous thin film of the nickel alloy formed on the metal substrate and the amorphous thin film which uses a nickel alloy as a principal component are sufficient.

[0044]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the optical element of the complicated configuration which consists of many element reflectors can be manufactured at high processing effectiveness with high precision by this invention. Moreover, if it has the reflecting mirror obtained by this manufacture approach in the lighting system for aligners and it is, the high aligner of a throughput will be obtained.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror which joined the substrate with which the element reflector train concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention was formed.

[Drawing 2] : It is the outline block diagram of the optical system of the aligner which used the multiple reflecting mirror formed in the processing procedure concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] : The outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed in the processing procedure concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 4] : Drawing showing the field configuration of the element reflector which constitutes a multiple reflecting mirror

[Drawing 5] : It is drawing having shown the configuration of the multiple reflecting mirror conventionally formed by the processing method.

[Drawing 6] : When forming the element reflectors 1A, 1B, and 1C from one substrate, it is drawing having shown the locus of an end mill. .

[Drawing 7] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed by the processing method by the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 8] : It is the outline block diagram of the multiple reflecting mirror formed by the processing method by the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 9] : It is drawing having shown how to remove the processing remainder at the time of being formed by the processing method by the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 10] : It is drawing having shown how to remove the processing remainder at the time of being formed by the processing method by the 2nd gestalt of this invention.

[Drawing 11] : It is drawing having shown the manufacture approach of a reflective mold concave surface semicircle column type integrator. .

[Drawing 12] : It is the schematic diagram of a reflective mold convex semicircle column type integrator.

[Drawing 13] : It is the schematic diagram of a reflective mold concave surface semicircle column type integrator.

[Drawing 14] : It is drawing having shown the curved surface in which the configuration of a ball end mill and processing are possible.

[Drawing 15] : It is cross-section configuration drawing of the reflected type convex type integrator formed by the conventional processing method.

[Description of Notations]

- 1 Light Source
- 2 Multiple Reflecting Mirror
- 3 Capacitor Optical Element
- 4 Reflecting Mirror
- 5 Mask 5S Mask Stage
- 6 Projection Optical System
- 7 Wafer 7S Wafer Stage

8 Mask Stage Controller
9 Wafer Stage Controller
25, 26, 27, 71, 81, 90,110 ... Element reflector train
31 End Mill
32 Locus of End Mill
41 Concave Spherical Surface Which Shows Reflector Configuration of Element Reflector
51 Element Reflector Formed by the Conventional Processing Method
91 and 92 ... Nonrotation tool
A1, B1, C1 and an element reflector
CR CR2 Processing remainder

[Translation done.]